

# Georges Vendryes

## LE "PÈRE" DES RÉACTEURS À NEUTRONS RAPIDES

Préface d'Yves Bréchet  
*Haut-commissaire à l'énergie atomique*



Textes rassemblés sous la direction  
de Christian Clouet d'Orval



— Les grands acteurs du CEA —

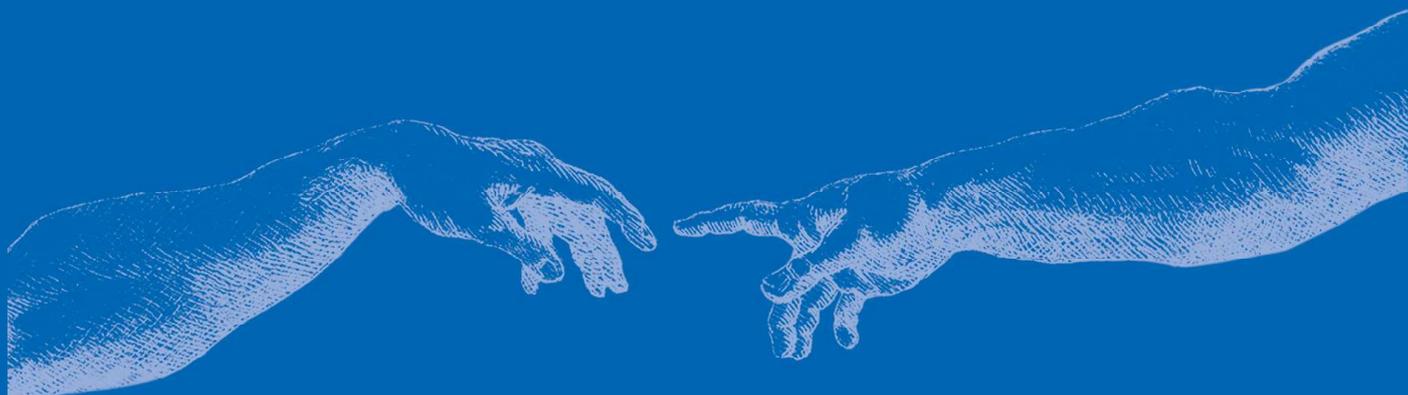
# GEORGES VENDRYES

Georges Vendryes mérite sans conteste sa place parmi Les grands acteurs du CEA : « père » des réacteurs à neutrons rapides en France, on doit notamment à son énergie ou son inspiration les installations Harmonie (1965), Masurca (1966), Rapsodie (1967), Phénix (1973) et Superphénix (1985).

Au côté des grands acteurs de l'histoire du nucléaire en France – Frédéric Joliot, Léon Kowarski, Jules Horowitz... – Georges Vendryes a su marier science et technologie pour défricher un domaine qui reste encore aujourd'hui riche de promesses pour l'avenir.

Cet ouvrage en son honneur présente tout à la fois un bâtisseur, un meneur d'hommes, un organisateur hors pair conscient de la dimension internationale de l'œuvre dans laquelle il était engagé, mais aussi une personnalité profondément humaniste, polyglotte, fin connaisseur des arts, notamment asiatiques, grand amateur de musique... qui aura marqué tous ceux qui l'ont approché.

Les témoignages de ceux qui furent ses collaborateurs dans les nombreux projets qu'il a menés sont l'occasion de redécouvrir des écrits de l'époque, articles scientifiques, coupures de presse, etc., qui rendent aussi hommage à toutes les équipes du CEA qui ont travaillé avec lui. L'ouvrage se conclut avec le regard de grands dirigeants du CEA d'aujourd'hui qui démontre la richesse d'inspiration que nous a transmise Georges Vendryes à travers ses projets et ses écrits.





Portrait de Georges Vendryes  
réalisé par sa petite-fille Stéphanie

“Veniet tempus quo posteri tam  
aperta nos nescisse mirentur”<sup>1</sup>

- Sénèque -

*“Le jour viendra où nos descendants s’étonneront  
que nous ayons méconnu de telles évidences”*

---

1 - Cette phrase est gravée dans le sol du réacteur surgénérateur japonais Joyo.

## Table des matières

Remerciements .....	p.6
Recommandation.....	p.7
Préface – Yves Brechet.....	p.9
Avant-propos – Christian Clouet d’Orval .....	p.13
Biographie – Bertrand Barré .....	p.17
I UN PHYSICIEN RASSEMBLEUR DE TALENTS .....	p.29
Préambule.....	p.30
Un physicien nucléaire et un physicien des réacteurs – Christian Clouet d’Orval et Jean-Claude Mougnot.....	p.31
L’ingénieur au service de l’humanité – Bertrand Barré .....	p.35
II LES PROJETS .....	p.39
Préambule.....	p.40
Présentation – Rémy Carle.....	p.41
Le visionnaire – Jean Mégy.....	p.45
Les débuts au CEA – Casimir-Pierre Zaleski, Christian Clouet d’Orval, Pierre Clauzon, Jean-Louis Campan.....	p.49
Les projets RNR en neutronique – Pierre Clauzon .....	p.67
Masurca – Jacques Taxy.....	p.71
Les essais des composants de Rapsodie – Michel Sauvage .....	p.73
Les réacteurs et le cycle du combustible – Jean Mégy .....	p.77
Rapsodie, son premier-né – Robert Pontier.....	p.83
De Phénix à Superphénix – Joël Guidez.....	p.93
Superphénix – André Lacroix.....	p.97
Les divergences des trois RNR français – Jean Gourdon.....	p.101
Le lancement des réacteurs surgénérateurs en Europe – Michel Rozenholc.....	p.107
Matériaux et combustibles – Robert Lallement.....	p.111
La fabrication du combustible RNR français – Henri Guillet .....	p.115
Le créateur et visionnaire des réacteurs à neutrons rapides – Robert Lallement.....	p.119
III UNE STRATÉGIE DE L’ÉNERGIE.....	p.123
Préambule.....	p.124
La recherche et le développement des réacteurs à eau – Gilbert Naudet.....	p.125
Le cycle du combustible des réacteurs à eau – Gilbert Naudet .....	p.135
La politique nucléaire – Gilbert Naudet.....	p.141

IV	LA DIMENSION INTERNATIONALE.....	p.147
	Préambule.....	p.148
	Annales de la fondation Louis de Broglie, interview par Chieko Kojima .....	p.149
	L'international – Casimir-Pierre Zaleski.....	p.173
	Les États-Unis – Bertrand Barré .....	p.177
	L'ANS – Alain Kavenoky .....	p.181
	L'Union soviétique – Jean Gourdon .....	p.185
	L'Inde – Gérard Gourievidis et Michel Sauvage .....	p.189
	Georges Vendryes San et le Japon – Daniel Chavardes.....	p.193
	La Chine – Gérard Gourievidis.....	p.199
	L'international après Superphénix – Robert Lallement .....	p.203
V	UN ESPRIT TOURNÉ VERS L'AVENIR .....	p.207
	Préambule.....	p.208
	Le réacteur naturel d'Oklo – Jean-Claude Nimal .....	p.209
	Le nucléaire d'après-demain – La fusion thermonucléaire – Robert Aymar.....	p.215
	Georges Vendryes en privé .....	p.221
	Les témoignages.....	p.231
VI	LA VALORISATION DE L'HÉRITAGE DE GEORGES VENDRYES POUR LES RNR .....	p.249
	Les leçons à en tirer pour les équipes en charge des projets futurs – François Gauché.....	p.251
	Les perspectives de développement des RNR : l'avenir tourné vers Astrid – Alain Zaetta.....	p.259
	CONCLUSION .....	p.263
	Annexe 1 : Allocution prononcée par G. Vendryes le 21 octobre 1985, à l'occasion de son départ à la retraite du CEA .....	p.265
	Annexe 2 : Les rédacteurs.....	p.273
	Annexe 3 : Les documents.....	p.277

## *Remerciements*

Cet ouvrage, dans la collection « Les grands acteurs du CEA », a été réalisé à l'initiative de Daniel Verwaerde, Administrateur général du CEA (2015-2018) et Yves Bréchet, Haut-commissaire à l'énergie atomique (2012-2018).

Les textes ont été choisis et rassemblés par :

Robert Aymar	André Lacroix
Bertrand Barré	Robert Lallement
Jean-Louis Campan	Jean Mégy
Rémy Carle	Jean-Claude Mougnot
Daniel Chavardes	Gilbert Naudet
Pierre Clauzon	Jean-Claude Nimal
Christian Clouet d'Orval	Robert Pontier
Michel Estavoyer	Michel Rozenholc
François Gauché	Michel Sauvage
Jean Gourdon	Jacques Taxy
Gérard Gourievidis	Pascal Vendryes
Joël Guidez	Alain Zaetta
Henri Guillet	Casimir-Pierre Zaleski
Alain Kavenoky	

Nous sommes très reconnaissants à la famille de Georges Vendryes, et particulièrement à Inge, son épouse, ainsi qu'à Alain et Pascal, ses fils. Ils ont bien voulu apporter leur concours à la rédaction de cet ouvrage et ouvrir leurs archives personnelles (textes et photos).

Nos remerciements vont également au directeur du centre de Cadarache pour son soutien précieux et son appui permanent ainsi qu'à la Bibliothèque de Cadarache, au service des archives de Saclay et au service des archives de la Direction des systèmes de l'information pour leur aide indispensable.

Enfin, sans l'aide active de Sylvie Camaro qui prit une part importante dans le travail de préparation du document, et sans la contribution indéfectible et méticuleuse de Muriel Monetti qui mena l'ouvrage jusqu'à son terme, celui-ci n'aurait simplement pas vu le jour. Qu'elles en soient chaleureusement remerciées.

## *Recommandations*

Les articles sont de la responsabilité de leurs auteurs. La plupart d'entre eux ont très bien connu Georges Vendryes. C'est un choix qui a le mérite de l'authenticité. On acceptera, en contrepartie, qu'il y ait quelques longueurs et quelques répétitions.

Les publications ont été choisies, et intégrées, dans l'esprit des exposés. Elles sont assez techniques et donc destinées à un public averti. Cependant l'ensemble du livre peut être abordé en en faisant abstraction.

Les références renvoient à une liste d'articles présentée en annexe 3 du présent ouvrage. Elles sont données entre [ ] et notées en bleu.



# PRÉFACE

**Yves Bréchet**

*Haut-commissaire à l'énergie atomique (2012-2018)*

« Nous sommes comme des nains juchés sur des épaules de géants, de telle sorte que nous puissions voir plus de choses et de plus éloignées que n'en voyaient ces derniers. Et cela, non point parce que notre vue serait puissante ou notre taille avantageuse, mais parce que nous sommes portés et exhaussés par la haute stature des géants ».<sup>1</sup> Cette métaphore des « nains assis sur les épaules de géants » attribuée à Bernard de Chartres rend hommage aux anciens tout en reconnaissant la nature cumulative du savoir scientifique.

C'est dans cet esprit que j'ai souhaité poursuivre la série « Les grands acteurs du CEA », qui permet de rassembler en un volume les contributions scientifiques et technologiques majeures de quelques grandes figures du CEA. Présentées par des « hommes de l'art », leurs anciens collaborateurs, des ingénieurs ou chercheurs actifs du domaine, ces productions montrent en quoi leurs visions étaient innovantes, et comment leur héritage aujourd'hui éclaire notre futur. À cet égard, le volume que vous avez entre les mains, hommage à Georges Vendryes, s'inscrit dans cette série de façon emblématique : père des réacteurs à neutrons rapides en France, Georges Vendryes porte en effet la vision d'une énergie nucléaire durable qui est l'âme même de la 4<sup>e</sup> génération des réacteurs nucléaires.

Georges Vendryes portait haut la foi dans le progrès et la science, en digne héritier des Joliot et des Fermi. Il nous a quittés récemment, mais le feu sacré perdure, car il avait communiqué sa passion à ses collaborateurs, qui l'ont communiquée à d'autres plus jeunes qui eux-mêmes la partageront... « Les grands acteurs du CEA » sont là aussi pour témoigner de cette chaîne ininterrompue d'une communauté sans frontière, la communauté scientifique qui construit brique après brique un édifice qui toujours se renouvelle. Elle a commencé avec l'étincelle entre deux silex mise en œuvre par *homo sapiens*, et ne disparaîtra qu'en même temps que la civilisation qui la porte. Loin de l'esprit d'une nostalgie décliniste, cet hommage à un des grands ingénieurs du CEA est bien plutôt une invitation à reprendre le flambeau, à remplir les missions qui sont données au CEA avec la même ardeur, la même créativité, la même complémentarité entre la science et l'ingénierie, entre le « connaître pour savoir » et le « savoir pour faire » qui sont constitutifs du CEA.

Christian Clouet d'Orval fut un proche collaborateur de Georges Vendryes ; il avait à cette époque la responsabilité de l'équipe en charge de Masurca qui divergea en 1966, il y a environ cinquante ans. Christian Clouet d'Orval a mené de main de maître la réalisation de cet ouvrage, ce dont je le remercie vivement. Vous y retrouverez Georges Vendryes,

---

1 - Cette phrase, qui est reprise sous des formes diverses, est parvenue jusqu'à nous grâce au livre III du *Metalogicon* (1159) de Jean de Salisbury

## PRÉFACE

scientifique, ingénieur, meneur d'hommes, diplomate, organisateur... toutes les facettes qui en ont fait, aux côtés de Jules Horowitz, et avec lui, un des grands acteurs du CEA.

Ne doutons pas que ces différents aspects du talent de Georges Vendryes constituent un exemple que de nouvelles générations de chercheurs et d'ingénieurs voudront suivre pour continuer à remplir les missions données au CEA et les grandes réussites scientifiques et techniques qu'elles exigent.



# AVANT-PROPOS

**Christian Clouet d'Orval**  
*Assistant de Georges Vendryes,  
délégué aux applications industrielles nucléaires*

Lorsque vous est confiée la mission<sup>1</sup> de piloter la réalisation d'un ouvrage en hommage à une personnalité telle que Georges Vendryes, la première idée qui vient à l'esprit est de trouver des traits saillants susceptibles de jeter un éclat sur un parcours hors du commun.

En 1942, à Chicago (États-Unis), Enrico Fermi<sup>2</sup> fait « diverger » la première pile atomique au monde. En 1951, à Idaho Falls (États-Unis) la première production d'électricité d'origine nucléaire est obtenue à partir d'un réacteur à neutrons rapides, EBR 1. Lorsque, en 1954, en compagnie de son ami Jules Horowitz, Georges Vendryes visite pour la première fois les grands laboratoires américains, il voit immédiatement l'intérêt que représente ce type de réacteur pour le développement de l'énergie nucléaire et lui consacre une grande partie de sa carrière au CEA.

C'est ainsi qu'il va être désormais considéré comme le « père » des réacteurs à neutrons rapides en France. Sous sa direction, ou à son initiative, cinq installations de ce type vont « diverger » dans notre pays en vingt ans, à savoir : Harmonie (1965), Masurca (1966), Rapsodie (1967), Phénix (1973) et enfin Superphénix (1985).

Qui dit mieux ? C'est exceptionnel. On n'avait sans doute pas dit à Georges Vendryes qu'un tel travail de mises en service était quelque chose d'impossible à imaginer ! Alors il l'a réalisé.

Ce fait méritait d'être placé en exergue dans ce livre qui lui est dédié.

En 1967, le général de Gaulle est venu à Cadarache visiter Rapsodie. Accueilli par Georges Vendryes, celui-ci lui présentera quelques-uns d'entre nous, ce qui restera un souvenir durable encore aujourd'hui.

Une volonté d'innover aussi évidente et forte, reconnue ainsi au plus haut niveau, méritait d'être saluée. Faisons le vœu qu'elle éveille chez les jeunes générations des résonances profondes.

---

1 - Lettre de mission ci-contre.

2 - Enrico Fermi a écrit en 1945 : « *The country which first develops a breeder reactor will have a great competitive advantage in atomic energy* » (Le pays qui sera le premier à mettre au point un réacteur surgénérateur en tirera un avantage commercial décisif pour exploiter l'énergie nucléaire).

## AVANT-PROPOS



Saclay, le 10 mars 2016

### **Lettre de mission de Monsieur Christian CLOUET D'ORVAL Livre en hommage à Georges Vendryes**

Dans la série des ouvrages consacrés aux « Grands acteurs du CEA », nous souhaitons vous confier le pilotage de la réalisation d'un ouvrage en hommage à Georges Vendryes.

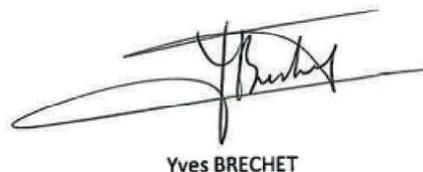
Cet ouvrage devra comporter un premier chapitre décrivant la vie et l'œuvre de Georges Vendryes, et se terminer par la liste de ses publications. Il présentera dans sa partie centrale une sélection d'une vingtaine des publications scientifiques et techniques de Georges Vendryes, principalement dans les domaines des réacteurs à eau pressurisée et des réacteurs à neutrons rapides. Chacune de ces publications sera précédée d'un bref préambule de deux pages au plus, expliquant en quoi elle était innovante, et en quoi elle demeure encore pertinente pour les ingénieurs impliqués dans la conception des réacteurs de demain. Ainsi cet ouvrage aura, non seulement valeur d'hommage scientifique à l'un des « Grands acteurs du CEA », mais il témoignera de la valeur de l'expérience passée du CEA pour assurer la continuité de ses savoirs et de ses compétences au service de sa mission d'aujourd'hui.

Vous avez toute latitude pour choisir vos collaborateurs pour la rédaction des articles introductifs. Vous pourrez exploiter les archives non classifiées du CEA, en concertation avec les responsables de ce fonds. Jean-Claude Mougnot, Conseiller du Haut-commissaire à l'énergie atomique, veillera à vous faciliter le pilotage de cette réalisation.

Nous vous remercions chaleureusement d'accepter la charge de cette mission, et souhaitons, dans la mesure du possible, disposer d'une version publiable de cet ouvrage avant la fin 2016.



Daniel VERWAERDE



Yves BRECHET

CEA/SACLAY – bâtiment Siège – 91191 Gif-sur-Yvette – France – cedex



# BIOGRAPHIE

**Bertrand Barré**

*Directeur des réacteurs nucléaires au CEA  
(1994-1999)*

La plupart des spécialistes mondiaux sont persuadés que l'avenir de l'énergie nucléaire reposera sur le déploiement de réacteurs surgénérateurs à neutrons rapides, les RNR. En effet, ce type de réacteur est physiquement capable d'extraire du minerai d'uranium presque cent fois plus d'énergie que ne le font les réacteurs « classiques » qui produisent aujourd'hui plus du dixième de l'électricité mondiale. Avec les RNR, la limite imposée par les ressources accessibles d'uranium à la production d'énergie par fission nucléaire sera repoussée bien au-delà de l'horizon où la prospective humaine a encore un sens.

Inventés aux États-Unis, les RNR ont connu un développement remarquable en France : depuis la fin des années cinquante, des milliers d'ingénieurs, de chercheurs et de techniciens, au Commissariat à l'énergie atomique (CEA), à Électricité de France (EDF) et dans l'industrie nucléaire, se sont consacrés à un programme dont les grandes étapes ont été la mise en service du réacteur expérimental Rapsodie à Cadarache (1967-1983), du réacteur de démonstration Phénix à Marcoule (1973-2009) et du réacteur de taille industrielle Superphénix à Creys-Malville (1985-1997). Mais s'il est un personnage qui a le plus incarné ce programme aux yeux du monde, c'est bien Georges Vendryes.

Georges Vendryes est né à Paris le 7 septembre 1920. Polytechnicien de la promotion 1940, il sort dans le corps des Ponts et Chaussées et commence par travailler à la reconstruction du pays. Il découvre le nucléaire par hasard, lors d'une conférence de Pierre Auger, à Nice : il change alors radicalement de voie pour débiter un travail de thèse au Laboratoire de synthèse atomique d'Ivry que dirige, de loin, Frédéric Joliot. Soutenue en décembre 1951, sa thèse de docteur ès sciences s'intitule *Recherche sur la radioactivité  $\beta$  et l'isométrie nucléaire à vie brève*. Il avait auparavant publié trois articles décrivant, non seulement la théorie, mais aussi le dispositif expérimental élaboré pour la valider. On discerne déjà chez lui cette qualité essentielle : savoir marier science et technologie. On notera aussi son souci de transmission des connaissances par sa contribution au cours de génie atomique.

En 1952, il entre au CEA dans l'équipe de Léon Kowarski et prend la direction de la section de neutronique expérimentale (SNE). À l'automne 1954, un long voyage aux États-Unis lui fait connaître quelques-unes des réalisations du projet Manhattan : c'est en effet la première fois que les grands laboratoires nucléaires américains, tels que Oak Ridge, Idaho Falls, Los Alamos, s'entrouvrent aux scientifiques étrangers. Dans les années qui suivent, il ne travaille pas que sur la fission, mais s'intéresse aussi à la fusion, publiant notamment en 1958, dans le *Journal de Physique et Radium*, *La fusion industrielle est-elle pour demain ?* Ceci lui vaudra quelques dialogues amusants sur les perspectives des RNR et de la fusion avec Jules Horowitz, son ancien patron à la direction des

pires atomiques, quand ce dernier prendra la direction de l'institut de recherche fondamentale, responsable des études du CEA sur la fusion contrôlée.

Lors de la deuxième conférence de Genève (septembre 1958), Georges Vendryes fait partie (avec, notamment, Christian Clouet d'Orval) des auteurs d'une communication du CEA, *Proserpine, a homogeneous critical experiment with plutonium*, début de son implication dans un programme RNR encore embryonnaire en France. Désormais, ses publications sur les RNR vont se multiplier. Depuis 1956, il participe à un projet de petit RNR expérimental à réaliser en France, et c'est lui qui le baptise Rapsodie « *en raison des vertus musicales de ce nom, qui associe les neutrons rapides au sodium* ».

Sous l'égide du CEA et d'EURATOM, la construction de Rapsodie débute en 1962 sur le nouveau centre que le CEA vient d'ouvrir à Cadarache, au bord de la Durance. Tout au bout de ce centre, dix fois plus étendu que Saclay, se construit le domaine des RNR. Rapsodie y voisine avec deux autres petits réacteurs expérimentaux : Masurca, expérience critique pour qualifier la neutronique des cœurs RNR, et Harmonie, dédié à l'étude des protections de ce type de réacteurs. De grands halls abritent également les « boucles » où sera mise au point la technologie des composants de réacteurs refroidis par du sodium liquide. Cette « zone rapide » devient le royaume de Vendryes, mais aussi de Denielou, Zaleski, Vautrey, Sébilleau, Clauzon, Campan, Chaumont, Leduc, Schmitt, Sauvage et bien d'autres. Il y dirige depuis 1961 le département de recherche physique qui deviendra le département des réacteurs à neutrons rapides.

En 1964, lors de la troisième conférence de Genève, c'est Georges Vendryes qui présente deux communications collectives du CEA sur Rapsodie et la filière des réacteurs à neutrons rapides en France. En 1967, Rapsodie est mis en service, introduisant la France dans le Club RNR, mais encore derrière les États-Unis, l'Union soviétique et le Royaume-Uni. Le démarrage du réacteur attire à Cadarache les plus hauts représentants de l'État.

Dès 1965, un avant-projet de réacteur RNR électrogène est lancé sous la direction de Vendryes, dans le même cadre CEA-EURATOM que Rapsodie. Mais en 1967, le CEA décide de continuer dans un cadre uniquement français. Une équipe intégrée du CEA, d'EDF et de l'industrie sous la direction de Rémy Carle, de Jean Mégy et de Michel Rozenholc démarre le projet d'une centrale RNR de démonstration de 250 MWe, dénommée Phénix en référence à l'oiseau mythique capable de renaître de ses cendres, symbole de la surgénération. Alors que Rapsodie était un réacteur « à boucles », Phénix est conçu comme un réacteur « intégré » dont tout le circuit primaire est contenu dans une cuve unique (ce dessin était inspiré de celui du réacteur américain EBR 2). Le reste du système, et notamment

le combustible, est largement extrapolé de Rapsodie. Ce projet, Georges Vendryes le présente dès fin 1967 à un meeting de l'*American Nuclear Society* à San Francisco. Parmi les cosignataires, on relève notamment les noms de Rémy Carle, Jean Leduc, Jean Rastoin, Michel Rozenholc et Jean Villeneuve.

Entre 1969 et 1970, le CEA est fortement perturbé par la décision d'EDF d'abandonner le déploiement des réacteurs graphite-gaz pour se tourner vers les réacteurs à eau pressurisée, REP (et REB pour quelque temps) construits sous licences américaines. André Giraud, qui vient de remplacer Robert Hirsch au poste d'Administrateur général du CEA, réorganise l'établissement public, et confie à Georges Vendryes la direction de la division d'étude et développement des réacteurs (DEDR), qui remplace la direction des piles atomiques. Même s'il couvre désormais un domaine plus vaste, Vendryes conserve un attachement particulier aux RNR.

Dans la course au développement des RNR, Phénix, qui diverge en août 1973 à Marcoule, bat d'une courte tête le PFR britannique et installe la France en tête de peloton.

Petit flash-back sur l'année 1972 : une mesure d'anomalie isotopique de l'uranium à l'entrée de l'usine d'enrichissement de Pierrelatte déclenche une enquête scientifico-policière qui aboutit à la découverte du « phénomène d'Oklo ». Il y a près de deux milliards d'années, sur ce site minier du Gabon, un certain nombre de zones d'un gisement très riche d'uranium ont entretenu des réactions en chaîne de fission, constituant ainsi des réacteurs naturels « fossiles ». C'est dans le bureau de Vendryes à Saclay, au sein d'un petit groupe qui comprenait notamment Jean Bussac, qu'a été consolidé ce qui n'était encore qu'une hypothèse. Georges Vendryes disait que cette découverte avait constitué pour lui une expérience inoubliable. Il est signataire du fameux Compte rendu de l'Académie des sciences [55] qui a révélé cette découverte, encore unique aujourd'hui, et a publié, en français, en anglais et en allemand, de nombreuses communications s'y rapportant.

Mais il est temps de camper ce personnage dont la notoriété devient internationale. D'une petite taille qu'il compense par une grande autorité naturelle, on remarque d'abord chez lui les yeux bleu clair sous les cheveux blancs. Sa voix assez particulière est d'un timbre élevé. C'est un meneur d'hommes : il sait les mobiliser et aussi promouvoir leurs réussites. Polyglotte, il est très cultivé – héritage de son père, Joseph Vendryes, agrégé de grammaire qui fut doyen de la Sorbonne et qu'il admirait beaucoup – et connaisseur des arts, notamment asiatiques. Il compose des haïkus en français et ne manque pas, lors de ses multiples voyages professionnels au Japon, d'aller méditer dans les temples zen. Il est aussi grand amateur de musique classique, de Mozart à Debussy.

En 1971 est créé le projet Superphénix, équipe franco-italienne (CEA Technicatome GAAA-NIRA) sous la direction de Jean Mégy pour l'offre de la chaudière nucléaire de la centrale de 1 200 MWe de Creys-Malville. Le 13 mai 1974, le décret autorisant la création de la société Nersa (Centrale nucléaire européenne à neutrons rapides SA) est publié. La Nersa est issue d'une collaboration entre EDF (51 %), la société italienne ENEL (33 %) et la société allemande SBK (16 %). À l'origine, il est prévu qu'un réacteur rapide refroidi au sodium sera construit dans chaque pays partenaire. Une nouvelle étape des RNR commence.

En 1974, André Giraud réorganise le CEA en créant des « délégués » chargés de piloter les grands programmes de l'établissement. Georges Vendryes devient délégué aux applications industrielles nucléaires, tandis que Claude Moranville le remplace à la tête de la DEDR. C'est le départ de Saclay pour le siège du CEA à Paris, où le nouveau délégué installe son état-major : C. Clouet d'Orval, J. Bounolleau, D. Chavardes et G. Herbreteau, secrétaire. Si le délégué n'a plus de charge hiérarchique, le domaine des applications industrielles nucléaires est très vaste car il comprend réacteurs, combustibles et une partie du cycle du combustible. Cet élargissement de ses compétences n'empêche pas Georges Vendryes de garder une prédilection pour les RNR, ainsi qu'en témoignent les nombreux articles et conférences qu'il leur consacre.



L'équipe DgAIN en 1976 : C. Clouet d'Orval, J. Bounolleau, G. Herbreteau, G. Vendryes, D. Chavardes

En 1977, Nersa est autorisée à commander la chaudière de Superphénix, un RNR de taille industrielle – 1 200 MWe –, à construire sur le site de Creys-Malville. Vendryes, qui s'est dépensé sans compter pour promouvoir cette réalisation multinationale, publie dans *Nuclear Engineering Superphénix, a full scale breeder reactor*. C'est également le sujet phare de sa communication à la conférence européenne de Salzbourg avec G. Besse, M. Rozenholc et B. Saitcevski.

Mais 1977 est aussi l'année du premier choc qui secoue la communauté RNR : sitôt élu président des États-Unis, Jimmy Carter, traumatisé par l'explosion de la première bombe nucléaire indienne de 1974, suspend *sine die* les programmes américains de retraitement des combustibles usés et de développement des RNR. Il lance un exercice international (*International Nuclear Fuel Cycle Evaluation - INFCE*) destiné à convaincre le monde entier d'abandonner l'utilisation civile du plutonium. Jean-Yves

Barré, qui a remplacé Daniel Chavardes auprès de Georges Vendryes, est donc chargé d'organiser la résistance franco-germano-japonaise à ce diktat américain. Jimmy Carter sera remplacé par Ronald Reagan qui ne partage pas sa phobie du plutonium, mais cela n'empêchera pas le Congrès d'annuler le projet de construction à Clinch River d'un prototype RNR qui aurait été intermédiaire entre Phénix et Superphénix.

Dans les années qui suivent, les nombreuses publications et conférences de Georges Vendryes sont essentiellement consacrées à Superphénix et au programme RNR, avec quelques exceptions concernant le cycle du combustible ou la politique générale de l'énergie. Georges Vendryes est très demandé comme conférencier dans les pays où le programme RNR français est un exemple.

En 1978, André Giraud devenu ministre de l'Industrie est remplacé à la tête du CEA par Michel Pecqueur, mais Georges Vendryes garde la haute main sur les programmes nucléaires de l'établissement tout en suivant attentivement la réalisation de Superphénix. En 1981, l'élection du président Mitterrand bouleverse le paysage politique français. Georges Vendryes contribue à convaincre la nouvelle majorité qu'il est essentiel pour le nucléaire français de poursuivre le recyclage de l'uranium et du plutonium récupérés par retraitement des combustibles usés à La Hague. Le recyclage du plutonium est, en effet, un préalable indispensable à la fabrication des combustibles RNR.

En 1983, Gérard Renon, qui succède à Michel Pecqueur à la tête du CEA, le nomme conseiller de l'Administrateur général, en retrait des activités opérationnelles.

1985 est une année d'apothéose : 40<sup>e</sup> anniversaire du CEA, mise en service de Superphénix, qui reste à ce jour le plus puissant RNR ayant fonctionné dans le monde et mise en service du FBTR indien, réacteur de 13 MWe inspiré de Rapsodie dans le cadre d'un transfert de technologie dont Georges Vendryes avait été l'instigateur. On est également à la veille du démarrage du SNR 300 allemand à Kalkar, après des années de vicissitudes. Vendryes avait déjà reçu le prix Walter Zinn de l'*American Nuclear Society*, mais cette année-là, le ministre américain de l'Énergie, Don Hodel, lui remet à Washington le prestigieux prix Enrico Fermi, partagé avec Peter Higgs, l'un des trois « pères » du fameux boson qui sera mis en évidence au CERN en 2012 et qui portera son nom. En octobre, à 65 ans, Vendryes quitte le service actif en gardant les titres de directeur honoraire, conseiller de l'Administrateur général.

Ce poste de conseiller est en quelque sorte un poste d'ambassadeur du nucléaire français dans le monde, et particulièrement au Japon et en Inde où Georges Vendryes est bien connu et très respecté. Georges

Vendryes et Rémy Carle sont à l'origine de la création du « N 20 » qui réunit périodiquement dix personnalités de chaque pays pour échanger des informations dans le domaine nucléaire. Son rôle est reconnu quand, en 1988, le prince héritier Akihito et son épouse lui remettent le Prix du Japon de la Fondation pour la science et la technique, avant audience le lendemain avec l'empereur en personne.

Cependant, dans le monde, les programmes RNR connaissent des difficultés et des oppositions parfois violentes. Si la surgénération, qui repousse les limites de la fission, constitue le Graal des pro-nucléaires, elle représente *ipso facto* la bête noire des antinucléaires ! Dans le même temps, le développement du nucléaire civil dans le monde est loin d'atteindre les prévisions des années soixante-dix, éloignant de ce fait la perspective d'une pénurie d'uranium, et donc l'urgence du passage aux RNR. Moins de cinq ans après son démarrage, le SNR 300 allemand est fermé définitivement en 1991 et le PFR le suit en 1994, terminant un programme britannique qui n'était plus que l'ombre de lui-même depuis la découverte du pétrole de la mer du Nord. Le grand feu de sodium survenu en 1995 dans le RNR Monju ébranla aussi sérieusement le soutien des Japonais au programme RNR.

Superphénix a aussi son lot de vicissitudes, comme l'écrit lui-même Georges Vendryes [144] : « *Il fallut dix ans pour construire Superphénix, dans un climat de contestation croissante qui comporta des attaques d'une extrême violence. [...] Pendant ses quelque dix ans de fonctionnement la centrale fut soumise à un harcèlement ininterrompu de procédures juridiques destinées à la paralyser et à des campagnes de dénigrement systématique, comme celle que lança la CRIRAD à l'automne 1990 en prétendant faussement que Superphénix rejetait du plutonium dans le Rhône. La centrale connut certes une série d'incidents fort regrettables, notamment une fuite de sodium au barillet de stockage des éléments combustibles due à un choix d'acier malencontreux, une pollution du sodium du circuit primaire à la suite d'une rentrée d'air qui tarda à être détectée, une légère et erratique fuite d'argon à un endroit très difficilement accessible de l'un des échangeurs intermédiaires. Cependant à aucun moment ni la sûreté de la centrale ni sa conception générale ne furent mises en cause.* »

Son rôle diplomatique n'empêche pas Vendryes de suivre de près les aspects techniques et scientifiques des RNR. Il s'intéresse particulièrement au phénomène bizarre des « AURN » (Arrêts d'Urgence par Réactivité Négative), des arrêts intempestifs du réacteur Phénix survenus en 1989 et déclenchés par une baisse inopinée de la réactivité du cœur.

En 1995, Corinne Lepage dont le cabinet d'avocats représente la ville de Genève dans ses actions contre Superphénix, devient ministre de l'Environnement dans le gouvernement d'Alain Juppé et s'emploie à faire arrêter la centrale. Sa tentative est bloquée par le président Chirac,

mais les élections anticipées de 1997 donnent le pouvoir à la « majorité plurielle », et Dominique Voynet, du parti Les Verts, obtient cet arrêt du Premier ministre Lionel Jospin. Citons encore Georges Vendryes : « *Il est certes inutile de se perdre en lamentations sur un fait accompli, quel que soit le jugement que l'on porte sur ses auteurs. On ne peut néanmoins s'empêcher de penser combien l'existence de Superphénix nous serait précieuse pour poursuivre les études de la consommation in situ de produits à vie longue tels que les actinides, dans le cadre de la loi de 1991 sur la gestion des déchets radioactifs. En outre, la France occuperait aujourd'hui grâce à lui une position dominante dans le cadre international du Forum Generation IV, qui a placé les réacteurs à neutrons rapides au premier rang de ses objectifs.* » Le Premier ministre interdit formellement au CEA de s'exprimer sur la décision d'arrêt de Superphénix. Pour avoir bravé cette censure, Georges Vendryes se voit dépouiller de son titre de conseiller par l'Administrateur général.

En 2008, alors qu'il est à Bombay pour y recevoir le prix du « Scientifique éminent pour l'année 2007 », attribué par la Société indienne de l'énergie nucléaire (INS), Georges Vendryes et son épouse Inge sont mêlés aux attentats contre les hôtels Taj Mahal et Oberoi, et cette aventure va beaucoup l'éprouver. Ses liens particuliers avec la communauté nucléaire japonaise lui permettent en 2011, après l'accident de Fukushima, de diffuser en France de précieux renseignements.

Officier de la Légion d'honneur, Grand Officier de l'Ordre national du mérite, ses services ont été – en leur temps – reconnus par la République, mais lorsqu'il s'est éteint en septembre 2014, âgé de 94 ans, l'événement n'a pas fait l'objet d'une couverture médiatique à la hauteur de son œuvre.

Pourtant en 2018, bien que les Japonais aient abandonné Monju, force est de constater que les Russes disposent de deux RNR (600 et 800 MWe) en fonctionnement, les Indiens démarrent un RNR de 500 MWe et les Chinois exploitent un RNR expérimental. Depuis 1999, les RNR figurent en bonne place dans les concepts de réacteurs dits « de quatrième génération » préparés pour la seconde moitié de ce siècle. Jusqu'au dernier jour, Georges Vendryes est resté persuadé que les surgénérateurs feraient partie de notre futur, et pour le citer une dernière fois : « *Comme le dit la phrase de Sénèque qui est gravée dans le sol du réacteur surgénérateur japonais Joyo : "Veniet tempus, quo posteri tam aperta nos nescisse mirentur (le temps viendra où nos descendants s'étonneront que nous ayons méconnu de telles évidences).* »



● **1988 (4th) AWARD RECIPIENTS**  
**Energy Technology**



**Dr. Georges Vendryes (France)**

Scientific advisor to the president of the Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

Following his contribution to the establishment of the fundamentals of nuclear power design and the promotion of fast breeder reactor development, Dr. Vendryes' work led to the successful completion of "Super Phoenix," the world's first large-scale test breeder, establishing practical technologies for a solution to mankind's energy problem in the future.